

Immissionsschutz

Kühling, Wilfried

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kühling, W. (2018). Immissionsschutz. In *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung* (S. 915-930). Hannover: Verlag der ARL. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0156-5599857>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more Information see: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>

Wilfried Kühling

Immissionsschutz

S. 915 bis 930

URN: urn:nbn:de:0156-5599857



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

In:

ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.):
Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung

Hannover 2018

ISBN 978-3-88838-559-9 (PDF-Version)

Immissionsschutz

Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Immissionen durch Luftschadstoffe
- 3 Immissionen durch Lärm
- 4 Immissionen durch elektromagnetische Felder
- 5 Störfallschutz

Literatur

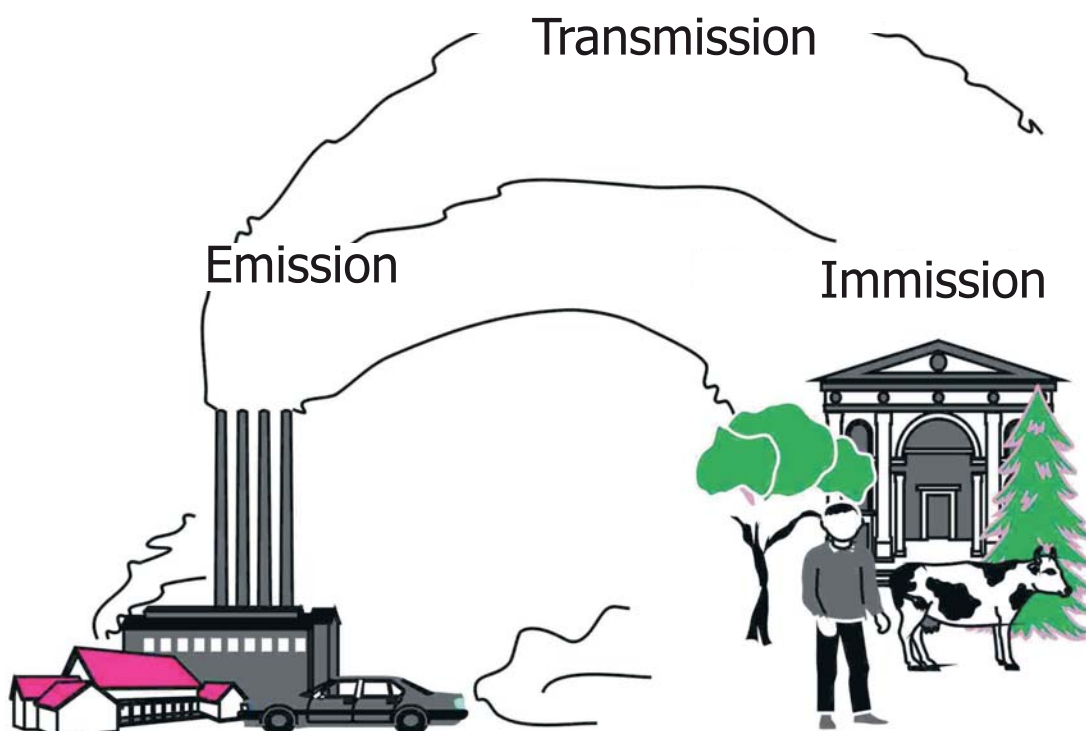
Das komplexe Aufgabenfeld des Immissionsschutzes umfasst Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen (z. B. elektromagnetische Felder). Am Beispiel der Komponenten Luftverunreinigungen, Lärm und elektromagnetische Felder werden die gegenüber dem Fachrecht weitergehenden Anforderungen des Immissionsschutzes in der räumlichen Planung erläutert und konkretisiert.

1 Grundlagen

1.1 Definitionen, Abgrenzungen

Mit *Immissionsschutz* bezeichnet man alle Bestrebungen mit dem Ziel, die Schutzgüter der Umwelt einschließlich der menschlichen Gesundheit vor schädlichen oder störenden Einwirkungen (Immissionen) zu schützen (► *Umweltprüfung*). Zu den Immissionen zählen gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen (z. B. elektromagnetische Felder). Die Immissionen der jeweiligen Emittenten (Verursacher wie Industrieanlagen, Verkehr) ergeben sich dabei aus der Wirkungskette Emission – Transmission – Immission (s. Abb. 1). Auf dem Ausbreitungsweg (Transmission) müssen je nach stofflich-chemischer, biologischer oder physikalischer Komponente z. T. sehr unterschiedliche Bedingungen beachtet werden. Manche Komponenten lassen sich hinsichtlich der Emissionen und Immissionen beeinflussen, bei Luftschadstoffen gelingt dies z. B. durch hohe Schornsteine, Filtertechnologie oder umweltverträgliche Produktionsmethoden. Bei Lärm lässt sich die Einwirkung durch eine Lärmschutzwand begrenzen, Hochfrequenz- oder Magnetfelder dagegen durchdringen feste Körper und lassen sich kaum abschirmen.

Abbildung 1: Die Wirkungskette Emission – Transmission – Immission bei Luftschadstoffen



Quelle: Eigene Darstellung

Das BImSchG legte 1974 zu Beginn der umweltpolitischen Diskussion als ein zwar fachspezifisches, aber sehr breit auf alle wesentlichen Schutzgüter angelegtes Umweltgesetz die Grundlagen zum fachgesetzlichen Immissionsschutz (▷ *Fachplanungen, raumwirksame*). Im Kern dieses Gesetzes stehen die Errichtung und der Betrieb genehmigungsbedürftiger gewerblich-industrieller Anlagen (z. B. Kraftwerke) und die Anforderungen an nicht genehmigungsbedürftige Anlagen (z. B. häusliche Feuerungen). Daneben werden die Ermittlung von Emissionen und Immissionen, die Beschaffenheit von Anlagen und Stoffen sowie die Beschaffenheit und der Betrieb von Fahrzeugen oder der Bau und die Änderung von Straßen und Schienenwegen (▷ *Verkehrsplanung*) geregelt. Auch werden Vorgaben zur ▷ *Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung* gemacht. Etwa 40 Verordnungen des Bundes konkretisieren das BImSchG. Weitere Gesetze des Bundes (z. B. das Fluglärmschutzgesetz) und Verordnungen der Länder sowie Verwaltungsvorschriften (z. B. die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) dienen ebenfalls dem Immissionsschutz. Auch in den Vorschriften zur ▷ *Raumordnung* des Bundes und der Länder sowie in der ▷ *Bauleitplanung* werden Anforderungen zum Immissionsschutz gestellt. Die ▷ *Europäische Union* bestimmt mit einer Vielzahl von Richtlinien seit geraumer Zeit die Ausgestaltung der nationalen Rechtsgrundlagen zum Immissionsschutz. Anforderungen zum Immissionsschutz werden nicht nur bei neuen Anlagen und Planungen von Vorhaben gestellt, sondern können auch – je nach rechtlicher Grundlage – nachträglich angeordnet werden. Allerdings kann ein Schutz vor gesundheitsgefährdendem Lärm bei bestehenden Verkehrswegen von Betroffenen nicht nachträglich eingeklagt werden.

Die umweltpolitische Strategie zum Immissionsschutz greift mit einer sog. „Doppelstrategie“: Auf der einen Seite sind Emissionen nach dem Stand der Technik zu begrenzen, auch wenn noch keine Schäden über einwirkende Immissionen zu befürchten sind (Vorsorgeprinzip), auf der anderen Seite sollen Immissionsgrenzwerte den Schutz der Umweltgüter vor schädlichen Einwirkungen sicherstellen (Gefahrenschutz). Neben den Gesundheitsgefahren gelten auch *erhebliche* Belästigungen und *erhebliche* Nachteile als schädliche Einwirkungen. Neu zu errichtende Anlagen dürfen im Prinzip nur genehmigt werden, wenn ein ausreichender Schutz vor Gefahren gewahrt ist. Indikator dafür ist meist die Gesamtimmission für eine einzelne Schadkomponente (z. B. Stickstoffdioxid), die sich aus der Summe der vorhandenen Belastung (Vorbelastung) und der durch das geplante Vorhaben erwarteten Zusatzbelastung ergibt.

1.2 Zum Verhältnis Planungsrecht – Immissionsschutzrecht

Bei immissionsschutzrelevanten Planungen und Vorhaben (zur Übersicht siehe Anlage 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)) muss grundsätzlich unterschieden werden zwischen behördlichen Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben nach dem Fachrecht BImSchG einerseits und Entscheidungen, die nach ▷ *Planungsrecht* bzw. bei der ▷ *Planfeststellung* einer ▷ *Abwägung* unterliegen andererseits. Denn bei der Genehmigung oder „gebundenen Entscheidung“ nach BImSchG handelt es sich um eine sogenannte Kontrollerlaubnis, die dem Antragsteller in der Regel einen Anspruch auf Zulassung des Vorhabens verleiht, wenn er die rechtlichen Anforderungen erfüllt. Der behördliche Ermessensspielraum ist also hinsichtlich der Beurteilung zulässiger Immissionen bei der Anlagengenehmigung eingeschränkt. Bei gesamt-räumlichen Planungen und Planfeststellungsverfahren dagegen kommt der Behörde meist ein umfassendes Abwägungs- oder Versagungsermessen zu. Sie kann damit nicht nur dem gesetzlich verankerten Gefahrenschutz dienen, sondern eine Umweltvorsorge mit einem

Immissionsschutz

erweiterten Schutzzumfang erreichen. Mehr noch: Insbesondere den gesamträumlichen Planungen (▷ *Regionalplanung*; ▷ *Flächennutzungsplan*; ▷ *Bebauungsplan*), aber auch der ▷ *Landschaftsplanung* kommt in der Praxis durch Darstellungen und Festsetzungen die Aufgabe zu, die bauliche und sonstige Nutzung vorzubereiten und zu leiten. Damit wird das zulässige Maß der Bodennutzung frühzeitig festgelegt. Wird z. B. ein Gewerbegebiet nach Baunutzungsverordnung (BauNVO) im ▷ *Bebauungsplan* festgesetzt, lassen sich dort keine Genehmigungen für Anlagen verwirklichen, die höhere Immissionen bzw. Störgrade zur Folge haben, als es die festgesetzte Gebiets-typisierung erlaubt. Dies trifft auch anschaulich für die je nach Art des Baugebiets unterschiedlich einzuhaltenden Lärmpegel zu.

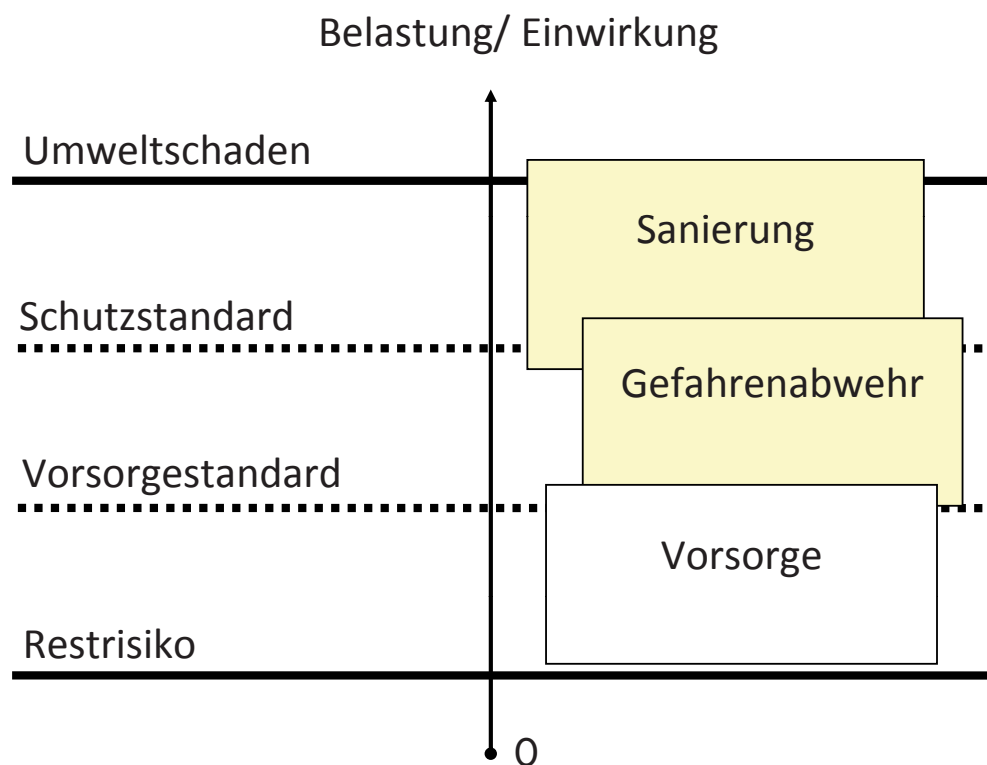
1.3 Das planungsrechtliche Schutzniveau

Im Rahmen der behördlichen Entscheidungen nach dem Planungs- bzw. Planfeststellungsrecht (▷ *Planungsrecht*; ▷ *Planfeststellung*) ist also die Frage der anzustrebenden Immissionsqualität zu klären. Mit der Diskussion zum Schutz der Umwelt seit den 1970er Jahren wurde eine Umkehr vollzogen vom korrigierenden Schutz bei Schäden und Gefahren hin zu einer vorsorgenden und vorausschauenden Planung der Umweltqualität. Allerdings mangelt es bisher oft an *verbindlichen* Sollgrößen einer erwünschten Umweltqualität, die das Ziel einer räumlichen Planung konkretisieren (erstmalig Kühling 1986; Kühling/Schebek 2015). Folgende Arbeitsbereiche (Koch/Prinz/Altenbeck 1981) müssen daher unterschieden werden:

- Der (Umwelt-)Schaden als eine negativ bewertete und von der Gesellschaft nicht tolerierbare Folge eines Ereignisses ist nach ordnungsrechtlichen Anforderungen (z. B. nach dem Verursacherprinzip) zu beseitigen. Beispiel hierfür ist die nachträgliche Anordnung von betrieblichen Maßnahmen durch die Genehmigungsbehörde bei der Überschreitung zulässiger Grenzen. Sanierungsziel ist die Einhaltung der gesetzlichen Schutzstandards, z. B. gemäß TA Luft.
- Mit Gefahr wird ein Zustand, Umstand oder Vorgang beschrieben, aus dem mit *hinreichender Wahrscheinlichkeit* ein Schaden für Mensch, Umwelt oder andere Schutzgüter *entstehen kann*. Aus dem Zusammenspiel von hoher Wahrscheinlichkeit und erheblicher Intensität ist ein Risiko definiert, das unterbunden werden muss. Meist werden hierzu Schutznormen/-standards ermittelt, die die belegbaren Effekte schädigender Wirkungen durch einen Sicherheitsfaktor ausschließen. Bei der fachgesetzlichen Genehmigung oder Planfeststellung von Vorhaben wird die zulässige Immissionsqualität nach diesen Normen beurteilt. Damit ist jedoch noch nicht gewährleistet, dass alle Risiken ausgeschlossen sind bzw. ausreichende Vorsorge vor Schäden erreicht ist.
- Das Vorsorgeprinzip verfolgt über die Sanierung und Gefahrenabwehr hinaus, eine potenziell umweltbelastende Situation zu unterbinden, wenn die Umweltschädlichkeit nicht unwahrscheinlich oder aber denkbar ist. Es geht also darum, theoretisch *mögliche* bzw. *vermutete* und nicht wie bei der Gefahrenabwehr hinreichend wahrscheinliche Umweltschäden zu vermeiden (z. B. mit Bewertungsmaßstab einer wirksamen Umweltvorsorge nach §§ 1 und 12 UVPG). Damit sind auch solche Schadensmöglichkeiten in Betracht zu ziehen, für die noch keine Gefahr, sondern nur ein *Gefahrenverdacht* oder ein *Besorgnispotenzial* besteht (BVerwG, Urteil vom 19.12.1985, Az. 7 C 65.82, BVerwGE 72, 300). Umweltgefahren oder -schäden sollen also möglichst gar nicht erst eintreten können (Kühling 2014a).

Abbildung 2 stellt die prinzipielle Verortung dieser Begriffe dar. Der Anspruch an Vorsorge findet sich besonders deutlich im Allgemeinen Städtebaurecht (> *Baurecht*). Durch die generellen Planungsziele „Sicherung einer menschenwürdigen Umwelt“ und „Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen“ in § 1 Abs. 5 Satz 2 Baugesetzbuch (BauGB) besitzen die Immissionsschutzbelange in der Planung einen Stellenwert, der über fachgesetzliche Standards hinausgeht. Dies wird besonders deutlich bei der Bestimmung der Umweltbelange in § 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. h BauGB bzw. im § 50 BImSchG, wenn es dort am Beispiel der anzustrebenden Luftqualität heißt, dass die bestmögliche Luftqualität in Gebieten erhalten werden soll, in denen die festgelegten Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden. Damit wird das EU-seitig angestrebte hohe Umweltschutzniveau gemäß Artikel 191 des Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union konkretisiert, wonach die Umweltpolitik der Gemeinschaft auf ein hohes Schutzniveau abzielt und auf den Grundsätzen der Vorsorge und Vorbeugung beruht. Dieses Schutzniveau der EU bleibt also nicht beim bloßen Schutzprinzip (Schutz vor Umweltschäden bzw. Gesundheitsgefahren) stehen und spricht quasi ein Verschlechterungsverbot und Minimierungsgebot aus.

Abbildung 2: Bereiche der Umweltpolitik und Umweltplanung



Quelle: Eigene Darstellung

Immissionsschutz

Dies bestätigt von jeher die deutsche Rechtsprechung: Die Gemeinden sind im Rahmen ihrer Bauleitplanung nicht auf die Abwehr von bereits eingetretenen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne § 3 BImSchG beschränkt, sondern darüber hinaus ermächtigt, vorsorgenden Umweltschutz zu betreiben (BVerwG, Urteil vom 14.04.1989, Az. 4 C 52.87, Buchholz 406.11 § 9 BBauG/BauGB Nr. 36). Eine entsprechende Konkretisierung durch Vorsorgestandards kann die planerischen Leitziele zur Sicherung und Entwicklung der Umweltqualität ausfüllen. Dabei sind in fachlicher Hinsicht verschiedene Aspekte zu berücksichtigen (Kühling/Schebek 2015):

- Die Immissions- bzw. Wirkungsorientierung: Mögliche oder wahrscheinliche Auswirkungen von Immissionen sind meist nur auf Grundlage von Größen zu beurteilen, die eine Gesamtbelastung des Raumes anzeigen. In Genehmigungsverfahren nach BImSchG werden unter bestimmten Voraussetzungen auch Bagatellgrenzen als Emissionsnormen zur Abschätzung von unerheblichen Auswirkungen verwendet (Nr. 4.6.1.1 TA Luft), ohne die Vor- oder Gesamtbelastung des Raumes weiter zu prüfen. Immissionsseitige Auswirkungen lassen sich damit nicht exakt bestimmen.
- Die regionale Differenzierung: Unterschiedliche Leistungsfähigkeiten bzw. Empfindlichkeiten des Naturhaushaltes bzw. Standortqualitäten erfordern oft regional oder lokal differenzierte und auf das Vorhaben bezogene Immissionsstandards. Hier ist auch die bei Planungen notwendige Einzelfallbeurteilung anzusprechen.
- Anspruch einer medienübergreifenden Betrachtung: Durch die Einführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) wird explizit die Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern der Umwelt eingefordert (Beispiel: Luftschadstoffe, die über den Belastungspfad Boden – Futtermittel – Nahrung auf die Gesundheit einwirken).
- Beachtung von Risikoakzeptoren: Die Empfindlichkeit der verschiedenen Schutzgüter bzw. Nutzungen ist meist von der jeweils ungünstigsten Einwirkungsstelle aus zu beurteilen.

Zwangsläufig bleibt der Grenzbereich zwischen Gefahrenschutz und Vorsorge oft unscharf und bietet Interpretationsspielraum. Abbildung 2 macht aber bereits deutlich, dass die Ziele und Bewertungsmaßstäbe der Vorsorge i. d. R. außerhalb der rechtlich fixierten Grenzen des Gefahrenschutzes liegen. Dieser Arbeitsbereich des Immissionsschutzes ist auch deshalb notwendig, da bisher lediglich die einzeln einwirkenden, stofflichen oder physikalischen Komponenten isoliert betrachtet werden, ohne die mögliche Relevanz einer Gesamtbelastung als Einwirkungskomplex (Mehrfachbelastung) zu berücksichtigen (Kühling 2012; ► *Umweltgerechtigkeit*).

In Literatur und Praxis begegnet man einer fast unübersehbaren Vielzahl von Begriffen für Bewertungsmaßstäbe, wie Richtwert, Leitwert, Maximale Immissionskonzentration, Mindeststandard, No-Effect-Level usw. (SRU 1996). Bei all diesen Begriffen ist zunächst kaum klar, inwieweit Schutz- bzw. Vorsorgeaspekte eine Rolle spielen. Auch wird selten offengelegt, ob sie allein fachlich-wissenschaftliche Beurteilungen enthalten oder Wertentscheidungen nach anderen Kriterien (z. B. wirtschaftliche Vertretbarkeit) folgen. Es wird daher notwendig, den konkreten Schutz- oder Vorsorgegehalt von Bewertungsmaßstäben zu hinterfragen. Da bisher kein gültiges Verfahren für die Standardsetzung eingeführt ist, hat die Risikokommission (2003) hierzu einen praktikablen Vorschlag erarbeitet.

2 Immissionen durch Luftschadstoffe

Die Verursachergruppen Gewerbe/Industrie, Hausbrand und Verkehr bestimmen – neben natürlich bedingten Luftverunreinigungen – das Ausmaß der Immissionen. Dabei sind auch die indirekten Wirkungen hinsichtlich Ablagerung (Deposition) oder Anreicherung von Schadstoffen in Böden, Pflanzen oder Gewässern/Sedimenten zu betrachten.

Das BImSchG und die Vielzahl der untergesetzlichen Konkretisierungen wie Bundesimmissionsschutz-Verordnungen oder die Technische Verwaltungsvorschrift zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) betrachten diejenigen Stoffe, die schädliche Einwirkungen auf Schutzgüter hervorrufen können. Man unterscheidet oft nach gasförmigen Stoffen (anorganisch und organisch), Mineral-säuren (Aerosole), partikelförmigen Stoffen und Stoffgemischen. Eine Unterscheidung ist auch möglich anhand mengenmäßig wichtiger Stoffe (wie Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Schwebstoffe, Ozon), Stoffe mit eher quellenbezogener Bedeutung (wie Chlor- oder Fluorwasserstoff, spezielle organische Stoffe, geruchsintensive Stoffe) oder Stoffe mit besonderem Wirkungsrisiko (wie krebserregende, mutagene, teratogene Stoffe) oder solche mit besonderen toxischen Eigenschaften. Eine allgemeine Übersicht zu den gesundheitlichen, ökotoxikologischen oder aus der Sicht von räumlichen Nutzungen zu beurteilenden wesentlichen Wirkungen geben Kühling und Peters (1994).

Neben einer Abnahme bedeutsamer Stoffe in den vergangenen Jahrzehnten verbleiben andere Stoffe auf einem eher gleichbleibenden Niveau. Vor allem in Städten werden die nach wie vor zu hohen Immissionen durch Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub (PM_{10}) beklagt. Ähnlich wie in den Vorjahren wurde für das Jahr 2013 erwartet, dass an etwa 70 % der verkehrsnahen Stationen die zulässigen NO_2 -Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten werden (UBA 2014a). Auch beim Feinstaub zeigen sich an städtisch verkehrsnahen Messstationen regelmäßig Überschreitungen der zulässigen PM_{10} -Tagesmittelwerte. Allerdings schwanken die Überschreitungen im Zeitraum 2000 bis 2013 aufgrund der Witterungsverhältnisse zwischen rund 10 % und fast 70 % (UBA 2014a). Kallweit und Wintermeyer (2013) ermitteln eine Krankheitslast durch PM_{10} von jährlich etwa 47.000 vorzeitigen Todesfällen in Deutschland, was einem durchschnittlichen Lebenszeitverlust von ca. zehn Jahren pro 1.000 Einwohnern entspricht. Sorge bereitet auch die kontinuierliche Deposition von eutrophierenden Stoffen oder Schwermetallen (wie Quecksilber), die zu deren Anreicherung in Böden führt.

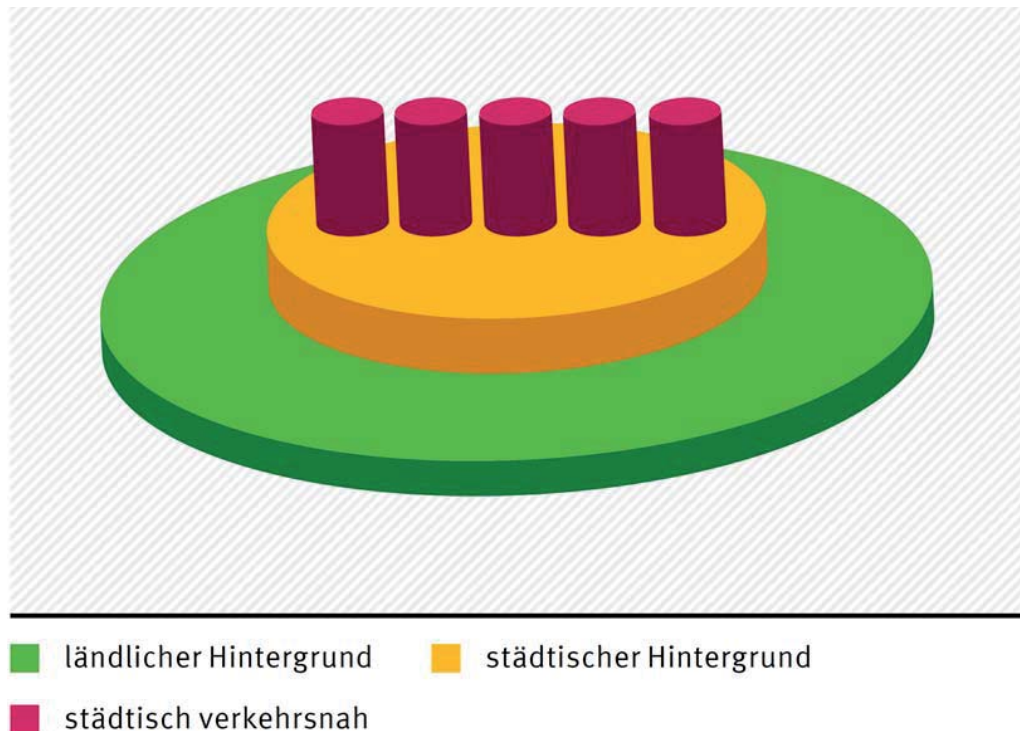
Die erhobenen Konzentrationswerte werden zu sogenannten „Belastungsregimes“ zusammengefasst (s. Abb. 3): Das Regime „ländlicher Hintergrund“ steht für weitgehend von lokalen Emissionen unbeeinflusste Gebiete (großräumiges Belastungsniveau), der „städtische Hintergrund“ ist charakteristisch für die Luftqualität in der Stadt (Straßenverkehr, Heizungen, Industrie etc.) und der großräumige Hintergrund, das Regime „städtisch verkehrsnah“, zeigt sich in stark befahrenen Straßen. Weitere Informationen zu Emissionsmengen und Messergebnissen aus dem ganzen Bundesgebiet hält das Umweltbundesamt bereit.

Bei Fragen der räumlichen Entwicklung werden zur Beschreibung einer künftigen Immissionssituation meist die Kenngrößen *Vorbelastung* (vorhandene Belastung), *Zusatzbelastung* durch das geplante Vorhaben und die *Gesamtbelastung* benötigt, die sich aus der Summe der Vor- und Zusatzbelastung ergibt. Eine vorhandene Belastung wird – je nach Fragestellung – meist durch

Immissionsschutz

kontinuierlich arbeitende Messstationen, diskontinuierliche Messverfahren oder auch durch Bioindikatoren erfasst. Die zusätzlich erwartete Konzentration oder Deposition von Luftverunreinigungen für die verschiedenen Verursachergruppen dagegen wird i. d. R. mit Ausbreitungsmodellen errechnet.

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Belastungsregimes



Quelle: UBA 2014a

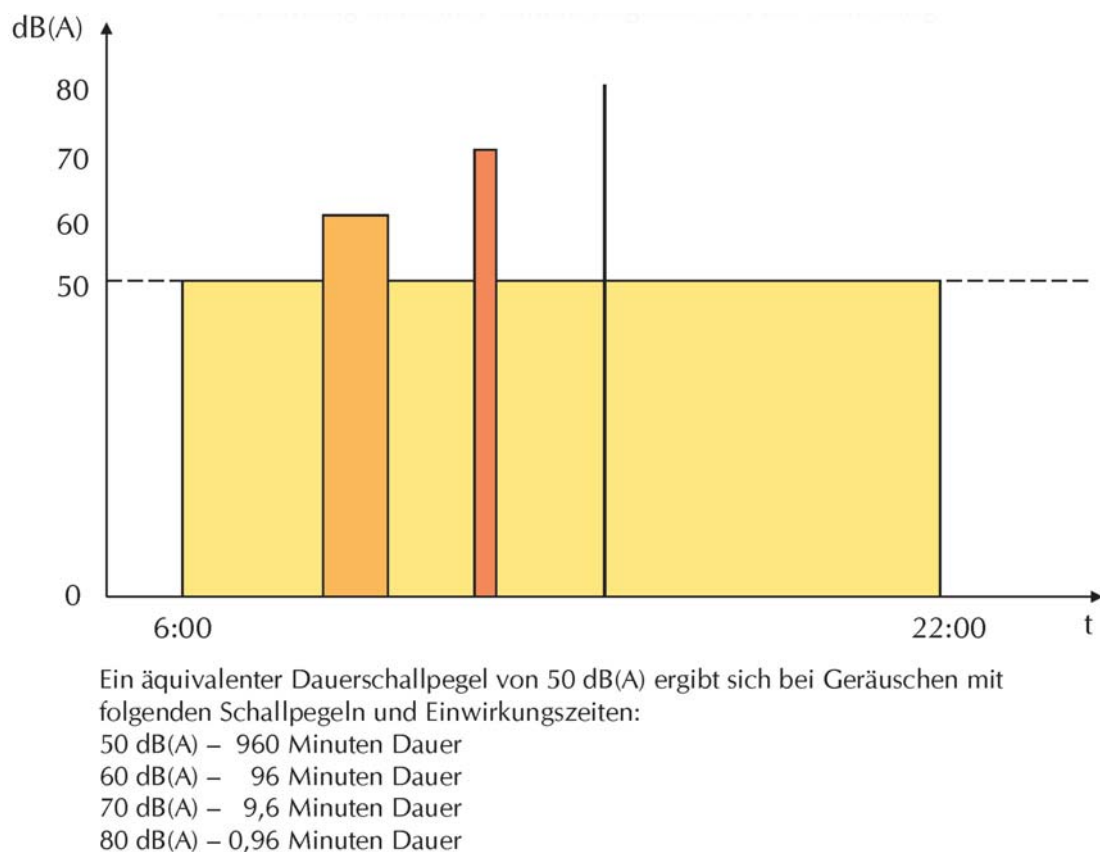
Ist für Vorhaben die erwartete Gesamtbelastung eines Stoffes ermittelt, kann mit einem Bewertungsmaßstab das Maß der Belastung beurteilt werden. Der gesetzliche Maßstab der Gefahrenabwehr (s. o.) ist dabei für das anzustrebende Schutzniveau bei räumlichen Planungen weniger geeignet. Die dem planerischen Belang der Umweltvorsorge (Kühling 1986) und dem oben skizzierten planungsrechtlichen Schutzniveau dienenden Bewertungsmaßstäbe für eine Vielzahl von Luftschadstoffen finden sich bei Kühling und Peters (1994) oder Heller (2014).

Der Anteil einer Zusatzbelastung an der Gesamtbelastung hilft zu erkennen, welchen Einfluss das durchzuführende Vorhaben auf die vorhandene Belastungssituation ausübt. Gegebenenfalls können Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung festgelegt werden. Im Falle städtischen Verkehrs lässt sich diese Frage oft nicht leicht beantworten, da überörtliche Belastungen (ländlicher Hintergrund), andere städtische Quellen (städtischer Hintergrund) und die städtisch verkehrsnahen Immissionen zusammentreffen und die allein auf eine Straße oder Kraftfahrzeuge bezogenen Maßnahmen oft nicht durchgreifen. Siehe hierzu ► *Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung*.

3 Immissionen durch Lärm

Zwischen den physikalisch messbaren Eigenschaften von Geräuschen einerseits und der subjektiven, von Betroffenen bewerteten Wahrnehmung dieser Geräusche (als Störung/Belästigung) andererseits muss deutlich unterschieden werden. So kann die Beurteilung zwischen gewohnten (oft erwünschten) natürlichen Geräuschen (z. B. Blätterrauschen, Gebirgsbach) gegenüber Geräuschen aus technischen Quellen – trotz ähnlicher Messwerte – sehr unterschiedlich ausfallen. Un erwünschter Schall wird als Lärm bezeichnet. Die Wirkungen von Lärm auf den Menschen reichen – je nach Intensität und Dauer der Einwirkung und weiterer Faktoren – von bloßen Belästigungen bis zu gesundheitlichen Schäden (UBA 2010; Babisch 2011). Im Vordergrund der weitverbreiteten Lärmwirkungen steht das Herzinfarktrisiko. Auch die Tierwelt reagiert mit geänderten Verhalten auf anthropogene Geräuschimmissionen, z. B. durch geändertes Brutverhalten oder eine höhere Lautstärke der Singvögel in Städten (Slabbekoorn/Ripmeester 2008).

Abbildung 4: Bewertung einzelner Schallereignisse bei der Mittelung



Quelle: Eigene Darstellung

Immissionsschutz

Der physikalisch messbare Schalldruckpegel wird üblicherweise mit dem Indikator dB(A) angegeben. Die dort berücksichtigte Bewertungskurve A stimmt den Schall auf das menschliche Hörempfinden ab. Die physikalische Größe (Schalldruck oder Schallintensität) ist dabei logarithmisch skaliert (eine Pegelerhöhung um 10 dB(A) bedeutet eine Verzehnfachung der Schallleistung bzw. Verdopplung der empfundenen Lautheit). Es gelten meist Werte, die über einen größeren Zeitraum (beim Straßenverkehr z. B. 8, 16 oder 24 Stunden) gemittelt werden. Kurzzeitige Einzelpegel fallen bei der Mittelung kaum ins Gewicht. Sie können aber gesundheitliche Bedeutung erlangen (z. B. nachts einen Schläfer aufwecken). Abbildung 4 verdeutlicht die Wirkung von kurzzeitigen hohen Pegeln auf eine zeitliche Mittelung. Weitere Problemstellungen zum Lärmschutz finden sich zusammengefasst bei Kühling (2014b).

Bei den Lärmquellen sind zu unterscheiden: Baulärm, Industrie- und Gewerbelärm, Luftverkehrslärm, Nachbarschaftslärm, Schienenverkehrslärm, Sport- und Freizeitlärm sowie Straßenverkehrslärm. Das derzeitige Regelungssystem (einzelne Verordnungen zum BImSchG) setzt ausschließlich isoliert an den jeweiligen Quellen an, d. h. Lärm wird jeweils quellenbezogen beurteilt und begrenzt. Es findet also i. d. R. keine Beurteilung des insgesamt einwirkenden Lärms aufgrund mehrerer Quellen statt. Die Rechtsvorschriften zum Lärmschutz (z. B. TA Lärm – Gewerbelärm, 16. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) – Straßen- und Schienenlärm, 18. BImSchV – Freizeitlärm) stehen damit in gewissem Widerspruch zur Zweckbestimmung des BImSchG, welches schädliche Umwelteinwirkungen (als Gesamtimmission) begrenzen will. Inzwischen liegt eine Norm zur Summation bei Verkehrsgeräuschen vor (VDI 2013). Ausweislich der Begründung zur 16. BImSchV (Deutscher Bundesrat 1989) zeigt sich am Beispiel der festgelegten Grenzwerte zum Verkehrslärm, dass auch die Kosten des Lärmschutzes berücksichtigt wurden und damit nicht allein die Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung abgebildet werden.

Die Richtlinie 2002/49/EG (Umgebungslärmrichtlinie) führt einen Lärminde L_{den} ein, der im Gegensatz zur deutschen Zweiteilung Tag/Nacht nun einen Index (Tag/Abend/Nacht) für die Gesamtbelästigung und eine Dreiteilung in Tag/Abend/Nacht vorsieht. Auch der Erhaltung bisher ruhiger Gebiete kommt nun eine Bedeutung zu (*Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung*). Die detaillierten Ergebnisse und die grafischen Darstellungen der umfangreich kartierten Lärmbelastung sind über die Internetportale des UBA, der Bundesländer bzw. des Eisenbahn-Bundesamts verfügbar (UBA 2014b). Zur Gewährleistung des oben beschriebenen hohen Schutzniveaus sollten Außenlärmpegel eingehalten werden, die analog sind zu den WHO-Guidelines (WHO 1999, 2009):

- den nächtlichen, erholsamen Schlaf auch bei einem zur Lüftung geöffnetem Fenster ermöglichen (< 30 dB(A) Mittelungspegel). Dies entspricht etwa dem auch für Planungen anzusetzenden Orientierungswert (nachts) der DIN 18005 für WR (Reines Wohngebiet: 40 dB(A), Straßenverkehrslärm),
- bei Tage die Kommunikation im Wohn-Außen- und -Innenbereich nicht stören (< 45 dB(A) Mittelungspegel außen),
- die Konzentrationsfähigkeit bei entsprechenden Arbeiten erlauben (Mittelungspegel in Schulen etc. innen < 35 dB(A)),
- im Bereich der freien Landschaft zum Schutz der Erholungsfunktion des Menschen die Aufenthalts- und Erlebnisqualität nicht wesentlich durch technisch-anthropogene Lärmeinwirkungen beeinträchtigen (etwa < 40 dB(A)).

Beim Auftreten neuer Geräuschquellen sollten sich die vorhandenen bedeutsamen Ruhezeitanteile nicht verringern. Zu den planerischen Konzepten siehe ► *Luftreinhalte- und Lärminderungsplanung*.

4 Immissionen durch elektromagnetische Felder

4.1 Räumliche Bedeutung

Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (EMF) nehmen infolge der Nutzung moderner Technologien seit Jahren zu. Neben dem Mobil- und Kommunikationsfunk auf Basis hochfrequenter EMF sind alle Anwendungsbereiche elektrischer Energie angesprochen, vor allem die Stromübertragung mit niederfrequentem Wechselstrom oder auch Gleichstrom. Zunehmend berührt dies Belange der Raumordnungs- und Bauleitpläne oder Planfeststellungen von Trassen zum Netzausbau oder -umbau (► *Netzausbauplanung*).

Die natürlich vorkommenden EMF gehören zu den natürlichen Lebensgrundlagen und Umweltbedingungen, die in Deutschland verfassungsgemäß geschützt werden müssen (Art. 20a Grundgesetz (GG)). In geringer Intensität ermöglichen sie erst lebende Systeme, wenn beispielsweise die menschlichen Nervenzellen im Gehirn und Rückenmark Informationen verarbeiten und die Muskeln zu Aktivitäten anregen. Insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten kamen zu den natürlichen Feldern künstliche Felder hinzu. Vor allem in bewohnten Gebieten treten künstliche Felder heute großräumig und dauerhaft auf. Im Bereich Hochfrequenz wird in nur wenigen Jahren ein deutlicher Anstieg beobachtet (LfU 2008). Die Feldstärken liegen teilweise mehr als zehntausend- bis millionenfach höher als die natürliche elektromagnetische Strahlung (Bornkessel/Schramm/Neikes 2002).

Fachgesetzliche Grundlage für EMF ist die 26. BImSchV. Der dort normierte Gefahrenschutz bezieht sich hauptsächlich auf den Schutz vor thermischen Wirkungen durch hochfrequente elektromagnetische Felder (HF-EMF) und vor Reizwirkungen bei hohen Dosen niederfrequenter elektromagnetischer Felder (NF-EMF). Damit werden aber nicht alle beobachteten weiteren organbezogenen Effekte unterhalb der thermischen oder Reizwirkungen berücksichtigt. Für die Aufgaben einer räumlichen Planung ist es daher in der Regel erforderlich, Bewertungsmaßstäbe im Hinblick auf eine wirksame Umwelt- und Gesundheitsvorsorge auszulegen und zu konkretisieren (Kühling/Hornberg 2014).

Eine raumbezogene Betrachtung bezieht sich zunächst auf die von außen auf Gebäude einwirkenden Immissionen. Dabei stehen Räume zum Aufenthalt von Menschen im Vordergrund, also insbesondere der Innenraum, da – im Unterschied zu Luftverunreinigungen und Lärm – schützende Barrieren wie z. B. Wände bei magnetischen und elektromagnetischen Feldern durchdrungen werden. Bei den in Betracht kommenden Feldquellen unterscheidet man generell in:

- Anlagen mit niederfrequenten Wechselfeldern, z. B. solche zur Hochspannungs-Wechselstrom-Übertragung (HWÜ) als 50 Hz-Hochspannungs-Freileitungen sowie Bahnstromleitungen mit 16,7 Hz,

Immissionsschutz

- Anlagen zur Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) und
- Anlagen, die hochfrequente Felder ausstrahlen (z. B. Anlagen des Mobilfunks).

4.2 Niederfrequente Wechselfelder

Die durch hohe Feldstärken hervorgerufenen akuten Wirkungen auf den Organismus sind gut untersucht und werden mit dem Grenzwert der 26. BImSchV in Höhe von $100\ \mu\text{T}$ weitgehend begrenzt. Neben dem Minimierungsgebot nach dem Stand der Technik der 26. BImSchV und dem dort erlassenen Überspannungsverbot von Gebäuden bei neuen Trassen sind für planerische Betrachtungen unterhalb der Gefahrenschwelle im Niedrigdosisbereich weitere Beurteilungen erforderlich (Indikator: magnetische Flussdichte in Mikrottesla – μT). Abstände zu Wohnbebauung können zur räumlichen Konkretisierung einer Umweltvorsorge anhand der entfernungsabhängig auftretenden magnetischen Flussdichte ermittelt werden.

Eine Vielzahl von Untersuchungen und Studien (Kühling/Hornberg 2014; Neitzke/Osterhoff/Voigt 2006) und die seit 2002 bestehenden IARC-Einstufung der niederfrequenten magnetischen Wechselfelder als möglicherweise krebserregend (Gruppe 2B) (WHO 2001) belegen inzwischen den im Sinne der Vorsorge geltenden Gefahrenverdacht oder das Besorgnispotenzial. Kühling und Müller (2002) sowie Kühling (2011) haben auf dieser Grundlage einen Standard zur wirksamen Umweltvorsorge vor gesundheitlichen Effekten und Risiken in Höhe von $0,01\ \mu\text{T}$ als zu unterschreitende Zusatzbelastung durch das magnetische Wechselfeld begründet. Am Beispiel einer 380-kV-Leitung deutet dies auf einen erforderlichen Abstand für die dem Aufenthalt von Menschen dienenden Bereiche von etwa 600 m hin (horizontaler Abstand von der Trassenmitte aus gerechnet) und markiert so eine wirksame Umweltvorsorge (Kühling/Hornberg 2014). Entsprechend kann für Erdkabel mit 110 bis 380 kV ein Abstand von etwa 30 bis 150 m empfohlen werden, was ebenfalls einer magnetischen Flussdichte von $0,01\ \mu\text{T}$ entspricht.

4.3 Gleichfelder

Die Datenlage zu biologischen Wirkungen bei *elektrischen* Gleichfeldern wird als nicht ausreichend betrachtet, um belastbare Werte für gesundheitliche Wirkungsschwellen ableiten zu können (SSK 2013). Die Strahlenschutzkommission (SSK) empfiehlt daher, die elektrischen Gleichfelder zur Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen oder erheblicher Belästigungen zu begrenzen. Mögliche Sicherheitsabstände zur Vorsorge sollten sich auch bei HGÜ an den Empfehlungen zur HWÜ orientieren, da bisher niederfrequente Anteile auch bei der HGÜ nicht ausgeschlossen werden können.

Die bei hohen elektrischen Feldstärken entstehende Ionisierung der Luft erzeugt Ozon und Stickstoffoxide. Experimentell ermittelte Ozonwerte zeigen Werte unter $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Bodennähe bei Freileitungen. Erst eine standortbezogene Ermittlung und Analyse der zu erwartenden Vor- und Zusatzbelastung für Ozon dürfte eine verlässliche Abschätzung der wirksamen Umweltvorsorge ermöglichen. Bei starken *magnetischen* Gleichfeldern wird ebenfalls ein Wirkmechanismus postuliert. Die durch HGÜ zu erwartende magnetische Gleichfeldbelastung liegt allerdings im Variationsbereich des Erdmagnetfeldes.

4.4 Hochfrequente Felder

Ein tragfähiger Ansatz, die nichtthermischen Wirkungen bei HF-EMF (Indikator: Leistungsdichte in W/m^2) unter dem Blickwinkel der Umweltvorsorge zu betrachten, liegt in der Einstufung dieser Felder als möglicherweise krebserregend (Gruppe 2B) (Baan/Grosse/Lauby-Secretan et al. 2011; WHO 2011). Nutzungszeiten von mehr als 20 Jahren konnten inzwischen in Schweden untersucht werden (Hardell/Carlberg/Söderqvist et al. 2013) und zeigen eine Assoziation zwischen der Nutzung von mobilen Telefonen und bösartigen Hirntumoren. Bei aller Vorsicht in der Beurteilung rechtfertigen die beschriebenen Effekte, Maßnahmen im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes zu ergreifen (Budzinski 2013). Dies ist auch die Sichtweise der schweizerischen Behörden (BUWAL 2005) sowie der zuständigen Bundesoberbehörde in Deutschland, wenn diese feststellt, dass „beim Betrieb der bestehenden sowie bei der Entwicklung neuer drahtloser Kommunikationstechniken weiterhin auf eine vorsorgliche Minimierung der Exposition der Nutzer und der Bevölkerung zu achten“ ist bzw. sicherzustellen ist, dass u. a. Bürgerinnen und Bürger möglichst geringen Intensitäten hochfrequenter elektromagnetischer Felder ausgesetzt sind (BfS 2013). Zur Konkretisierung der wirksamen Umweltvorsorge bei der Umweltverträglichkeitsprüfung nennen Kühling und Hornberg (2014) eine Größenordnung von $100 \mu\text{W/m}^2$ ($0,2 \text{ V/m}$), wie er in der Empfehlung für die Europäische Kommission zur Begrenzung der Langzeitbelastung (Europäisches Parlament 2001: 2) angesetzt wird.

5 Störfallschutz

Mit der Erweiterung des immissionsschutzrechtlichen Trennungsgrundsatzes in § 50 BImSchG vom 17. März 1998 sind auch Abstandsregelungen zum Schutz vor Folgen durch schwere Unfälle (Störfälle) im Sinne des Art. 3 Nr. 5 der Richtlinie 96/82/EG für die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete bei der Planung zu berücksichtigen. Dies folgt Art. 12 Abs. 1 der Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie), wonach zwischen Störfallanlagen und schützenswerten Gebieten ein Abstand gewahrt bleiben muss. Ein Leitfaden für die Bauleitplanung (KAS 2010) unterscheidet drei Planungsfälle:

- die Ausweisung neuer Baugebiete für Betriebsbereiche,
- die planungsrechtliche Ausweisung von Flächen für Betriebsbereichserweiterungen und
- das Heranrücken schutzbedürftiger Nutzungen an bestehende Betriebsbereiche.

Angemessene Abstände zu Störfallbetrieben sollten bereits bei der Darstellung geplanter Wohnbauflächen im Rahmen der Aufstellung oder Fortschreibung eines Flächennutzungsplans einzelfallbezogen berücksichtigt werden. Eine nicht repräsentative Umfrage aus 16 Städten ergibt, dass bisher erst etwa die Hälfte der befragten Städte das Thema der Achtungsabstände im Rahmen der *Umweltprüfung* von Bauleitplänen bearbeiten (von Zahn/Stürmer 2013: 57 f.).

Literatur

- Baan, R.; Grosse, Y.; Lauby-Secretan, B.; Ghissarssi, F. E.; Bouvard, V.; Benbrahim-Talla, L.; Guha, N.; Islami, F.; Galichet, L.; Straif, K. (2011): Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. In: *Lancet Oncology* 12 (7), 624-626.
- Babisch, W. (2011): Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf Lebensqualität und Gesundheit. In: *UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst* (01), 28-36.
- BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.) (2013): Vorsorge. <http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/schutz/vorsorge/vorsorge.html> (14.05.2016).
- Bornkessel, C.; Schramm, A.; Neikes, M. (2002): Elektromagnetische Felder in NRW: Untersuchung der Immissionen durch Mobilfunk Basisstationen. Kamp-Lintfort.
- Budzinski, B. I. (2013): Nach der Novellierung der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung 2013: Endlich Schutz vor Elektro-Smog und Mobilfunkstrahlung? In: *NuR – Natur und Recht* 35 (9), 613-622.
- BUWAL – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz (Hrsg.) (2005): *Elektrosmog in der Umwelt*. Bern.
- Deutscher Bundesrat (Hrsg.) (1989): Verordnung der Bundesregierung. Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV). Drucksache 661/89. Bonn.
- Europäisches Parlament (Hrsg.) (2001): Die physiologischen und umweltrelevanten Auswirkungen nicht ionisierender elektromagnetischer Strahlung. PE Nr. 297.574. Brüssel.
- Hardell, L.; Carlberg, M.; Söderqvist, F.; Hansson Mild, K. (2013): Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. In: *International Journal of Oncology* 43 (6), 1833-1845.
- Heller, D. (2014): Luft. Teil 1: Grundlagen. In: *AG Menschliche Gesundheit der UVP-Gesellschaft e. V. (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit: Für eine wirksame Gesundheitsfolgenabschätzung in Planungsprozessen und Zulassungsverfahren*. Hamm, 92-106.
- Kallweit, D.; Wintermeyer, D. (2013): Berechnung der gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung in Deutschland durch Feinstaub (PM₁₀). In: *UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst* (4), 18-24.
- KAS – Kommission für Anlagensicherheit (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG. Bonn. = KAS 18.
- Koch, E.; Prinz, B.; Altenbeck, P. (1981): Überlegungen zu Bewertungssystemen im prophylaktischen Immissionsschutz unter besonderer Berücksichtigung der Verwendbarkeit von Mi-Werten im Bauleitplanverfahren. In: *Raumforschung und Raumordnung* 44 (1), 31-39.

- Kühling, W. (1986): Planungsrichtwerte für die Luftqualität: Entwicklung von Mindeststandards zur Vorsorge vor schädlichen Immissionen als Konkretisierung der Belange empfindlicher Raumnutzungen. Dortmund. = Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen 4.045.
- Kühling, W. (2011): Konkretisierung der Vorsorge vor magnetischen Wechselfeldern bei der UVP für Hochspannungs-Freileitungen und Erdkabel. In: UVP-Report 25 (5), 270-275.
- Kühling, W. (2012): Mehrfachbelastungen durch verschiedenartige Umwelteinwirkungen. In: Bolte, G.; Bunge, C.; Hornberg, C.; Köckler, H.; Mielck, A. (Hrsg.): Umweltgerechtigkeit: Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven. Bern, 135-150.
- Kühling, W. (2014a): Anforderungen an den Schutz der menschlichen Gesundheit und ‚wirksame Umweltvorsorge‘: Der Vorsorgebegriff. In: UVP-Gesellschaft e.V., AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit. Hamm, 23-25.
- Kühling, W. (2014b): Schallimmissionen. In: UVP-Gesellschaft e.V.; AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit. Hamm, 137-143.
- Kühling, W.; Hornberg, C. (2014): Nicht-ionisierende Strahlung. In: UVP-Gesellschaft e.V., AG Menschliche Gesundheit (Hrsg.): Leitlinien Schutzgut Menschliche Gesundheit. Hamm, 122-137.
- Kühling, W.; Müller, B. R. (2002): Elektromagnetische Felder geringer Stärke und UVP – Ansätze für ein Vorsorgekonzept. In: UVP-Report 16 (1+2), 37-39.
- Kühling, W.; Peters, H.-J. (1994): Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen: Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge. Dortmund. = UVP-Spezial 10.
- Kühling, W.; Schebek, L. (2015): Ökologische Bewertungsansätze. In: Kaltschmitt, M.; Schebek, L. (Hrsg.): Umweltbewertung für Ingenieure. Berlin/Heidelberg, 94-127.
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2008): EMF-Monitoring in Bayern 2006/2007: Messungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) in Wohngebieten. Augsburg.
- Neitzke, H.-P.; Osterhoff, J.; Voigt, H. (2006): EMF-Handbuch – Elektromagnetische Felder: Quellen, Risiken, Schutz. Hannover.
- Risikokommission – Ad hoc-Kommission „Neuordnung der Verfahren und Organisationsstrukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“ (Hrsg.) (2003): Abschlussbericht der Risikokommission. Berlin.
- Slabbekoorn, H.; Ripmeester, E. (2008): Birdsong and anthropogenic noise: Implications and applications for conservation. In: Molecular Ecology 17 (1), 72-83.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (1996): Umweltgutachten 1996: Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart.
- SSK – Strahlenschutzkommission (Hrsg.) (2013): Biologische Effekte der Emissionen von Hochspannungs-Gleichstromübertragungsleitungen (HGÜ). http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2013/HGUE.html?nn=2041716 (29.11.2014).

Immissionsschutz

- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010): Lärmwirkungen: Dosis-Wirkungsrelationen. http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3917 (29.11.2014).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2014a): Luftqualität 2013: Vorläufige Auswertung. Berlin.
- UBA–Umweltbundesamt(Hrsg.)(2014b):Umgebungslärmrichtlinie.<http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/ulr.html> (29.11.2014).
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.) (2013): VDI-Richtlinie 3722 Blatt 2, Mai 2013: Wirkung von Verkehrsgeräuschen: Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten. Berlin.
- von Zahn, K.; Stürmer, H. (2013): Mit Abstand auf der sicheren Seite. In: UVP-Report 27 (1+2), 55-58.
- WHO – World Health Organization (ed.) (1999): Guidelines for community noise. [http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines 2.html](http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines%202.html) (16.02.2015).
- WHO – World Health Organization (ed.) (2001): Electromagnetic fields and public health: Extremely low frequency fields and cancer. Genf. = Fact Sheet No 263.
- WHO – World Health Organization (ed.) (2009): Night noise guidelines for Europe. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2009/night-noise-guidelines-for-europe> (16.02.2015).
- WHO – World Health Organization; IARC – International Agency for Research on Cancer (eds.) (2011): IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans: Press release No. 208. http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf (12.02.2014).

Weiterführende Literatur

- Bonacker, M.; Heinrichs, E.; Schwedler, H. U. (2008): Silent City: Umgebungslärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung: Handbuch zur kommunalen Lärminderung. Berlin.
- Helbig, A.; Baumüller, J.; Kerschgens, M. J. (2013): Stadtklima und Luftreinhaltung. Düsseldorf.
- Pütz, M.; Buchholz, K.-H.; Runte, K. (2007): Anzeige- und Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz: Handbuch für Antragsteller, Projektbeauftragte und Genehmigungsbehörden mit Erläuterungen, Beispielen und zahlreichen Musteranträgen. Berlin.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2008): Umweltgutachten 2008: Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels. Berlin.

Bearbeitungsstand: 11/2017